

Das Vorhof-Elektrokymogramm
bei Herzgesunden und bei Kranken
mit Mitralfehlern

von

GERHARD TUMMELEY

Das Vorhof-Elektrokymogramm bei Herzgesunden
und bei Kranken mit Mitralfehlern.

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Friedrich-Alexander-Universität
zu
Erlangen

Vorgelegt von
Gerhard T u m m e l e y
aus Straßburg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen.



Dekan: Professor Dr. C. K o r t h

1. Referent: Privat-Dozent Dr. A. M o l l

2. Referent: Professor Dr. C. K o r t h

Tag der mündlichen Prüfung: 21.7.1956

G l i e d e r u n g .

	Seite
A.) Einleitung und Fragestellung.....	4
B.) Allgemeines über die Elektrokymographie.....	5
C.) Die hämodynamischen Verhältnisse in den Kam- mern und Vorhöfen bei Herzgesunden und Kran- ken mit Mitralfehlern.....	6
D.) Literaturzusammenstellung	
a.) Die Morphologie der Vorhofkurve bei Herzgesunden.....	9
b.) Die Morphologie der Vorhofkurve bei Kranken mit Mitralfehlern.....	12
E.) Untersuchungsgang.....	14
F.) Beobachtungsgut	
a.) Herzgesunde.....	15
b.) Kranke mit Mitralfehlern.....	15
G.) Ergebnisse	
a.) Herzgesunde.....	16
b.) Kranke mit Mitralfehlern.....	19
H.) Besprechung der Ergebnisse.....	22
I.) Zusammenfassung.....	31
K.) Literaturübersicht.....	32
L.) Abbildungen.....	35

A.) Einleitung und Fragestellung.

Die Erkennung und Beurteilung der Herzkrankheiten ist in den letzten Jahren - nicht zuletzt durch die Entwicklung der Herzchirurgie - verbessert worden. Unter den vielfältigen neuen Untersuchungsmethoden hat sich auch die Elektrokymographie bewährt und sich, vor allem in Amerika, einen festen Platz erworben. Das Studium der Randbewegungen des Herzens und der grossen Gefässe mit Hilfe der Röntgenstrahlen kann wertvolle Einblicke in die Herzdynamik gewähren und zu neuen diagnostischen Erkenntnissen führen; das gilt nicht zuletzt für die Anwendung der Elektrokymographie bei Kranken mit Mitralklappenfehlern. Allerdings ist dieses Verfahren noch zu neu, um seine Grenzen heute schon sicher festzulegen. H a u b r i c h fasst das Ergebnis eigener Untersuchungen mit folgenden Worten zusammen: "Überblicken wir alle diese Befunde, so wird deutlich, daß das Problem der Vorhofbewegung bei Mitralfehlern als vorerst ungeklärt angesehen werden muß. Offenbar wird es noch sehr sorgfältiger Untersuchungen an einem großen, klinisch wie anatomisch genau definierten Beobachtungsmaterial bedürfen, ehe eindeutige Ergebnisse zu erwarten sind. Für die klinisch so wichtige Differentialdiagnose der reinen Mitralklappenstenose kann hinsichtlich der Elektrokymographie jedenfalls erst von Ansätzen gesprochen werden."

Wir haben in der vorliegenden Arbeit versucht, die Bedeutung der Elektrokymographie bei Mitralklappenfehlern herauszustellen. Wir beschränkten uns bei unseren Untersuchungen auf die Randbewegungen des linken V o r h o f s , der für die röntgenologische Feststellung eines Mitralfehlers am wichtigsten ist. Wir waren uns über die Schwierigkeit, sichere Ergebnisse zu gewinnen, im klaren, zumal nicht einmal über die Vorhofrandbewegungen des H e r z g e s u n d e n einheitliche Ansichten bestehen. Daher mußten wir uns vor der Untersuchung der Kranken mit dem Vorhof-Elektrokymogramm des Herzgesunden beschäftigen und seine physiologische Variationsbreite abgrenzen. Davon berichtet der erste Teil unserer Arbeit. Der zweite Teil bringt die Untersuchungsergebnisse bei Kranken mit Mitralfehlern. Wir stellen uns folgende Fragen: Zeigt das Vorhof-Elektrokymogramm des

Kranken mit einem Mitralfehler bestimmte Veränderungen, die das Vorhof-Elektrokymogramm des Herzgesunden vermissen läßt? Gibt es darüber hinaus pathologische Kurvenformen, die eine Abgrenzung zwischen der Stenose und der Insuffizienz der Mitral-klappe erlauben?

B.) Allgemeines über die Elektrokymographie.

Röntgenologische Untersuchungen der Bewegungsvorgänge am Herzen werden seit langem durchgeführt. Bereits 1912 versuchten G ö t t und R o s e n t h a l auf diesem Wege die Herzbewegungen zu registrieren. Die Entwicklung der Flächenkymographie durch S t u m p f im Jahre 1931 bedeutete einen wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiete. 1936 hat H e c k m a n n erstmalig elektrokymographische Untersuchungen durchgeführt. Er nannte diese Untersuchungsmethode damals "Aktinokardiographie", sie wurde anfangs kaum beachtet, erhielt aber 1944 durch L u i s a d a und Mitarbeiter wesentliche Bedeutung. Von ihnen und anderen amerikanischen Wissenschaftlern wurde das Verfahren vor allem technisch verbessert.

Im Gegensatz zur Flächenkymographie kann bei der elektrokymographischen Untersuchung eine beliebige Anzahl von Herzaktionen über eine beliebige Zeit hin kurvenmäßig festgehalten und eine "lupenhafte" Vergrößerung der Einzelzacke des Flächenkymogramm gewonnen werden. Zum Schreiben eines Elektrokymogramm benötigt man den eigentlichen Aufnahmeapparat, ein Röntgengerät und einen Elektrokardiographen. Das Aufnahmegerät enthält einen Suchschlitz, eine Photozelle und ein Netzgerät.

Während der Untersuchung durchdringen die Röntgenstrahlen zunächst den Thorax des Patienten, fallen dann durch den am Aufnahmegerät befindlichen Suchschlitz, der senkrecht auf den Herzrand eingestellt wird, auf einen Fluoreszenzschirm, dessen Licht die Photozelle erregt. Diese wandelt die Lichtschwankungen, welche durch die Herzrandbewegungen erzeugt werden, in elektrische Stromstöße um. Der Strom wird im Netzgerät verstärkt, dem Elektrokardiographen zugeleitet und in diesem fortlaufend registriert.

Bei den gewonnenen Kurven entspricht eine Aufwärtsbewegung im Kurvenverlauf einer Auswärtsbewegung des Herzrandes und eine Abwärtsbewegung der Kurve zeigt eine Einwärtsbewegung des Herzrandes an.

Allgemein wird zu Synchronisation das Elektrokardiogramm oder der Herzton mitgeschrieben. Einige Autoren schreiben Herzton und Elektrokardiogramm synchron mit.

C.) Die hämodynamischen Verhältnisse in den Kammern und Vorhöfen bei Herzgesunden und bei Kranken mit Mitralfehlern.

Bevor wir einen Überblick über die in der Literatur veröffentlichten elektrokymographischen Untersuchungen im Bereich der Vorhöfe geben, soll auf die Hämodynamik in den Kammern und Vorhöfen bei Herzgesunden und bei Kranken mit Mitralfehlern eingegangen werden. Wir stützen uns hierbei auf bekannte physiologische Gegebenheiten und experimentelle Ergebnisse im Tierversuch, wie sie in den Lehr- und Handbüchern der Physiologie mitgeteilt sind.

1.) Beim Herzgesunden.

Der Herzzyklus beginnt mit der Kontraktion der Vorhöfe während der Praesystole. Die Kontraktion des rechten Vorhofs setzt annähernd 0,1 Sekunden früher als die des linken Vorhofs ein. In der praesystolischen Phase fließt Blut durch die offenstehenden Atrioventrikularklappen aus den Vorhöfen in die Kammern. Diesen Vorgang kann man als aktiven Füllungsvorgang der Kammern bezeichnen im Gegensatz zu der passiven Kammerfüllung nach Öffnung der Atrioventrikularklappen. Sobald der Blutzufuß aus den Vorhöfen aufhört, löst der Druckunterschied zwischen Kammern und Vorhöfen eine rückläufige Blutbewegung zu den Vorhöfen hin aus. Die Atrioventrikularklappen werden durch diesen Vorgang in Richtung der Vorhöfe angehoben. Die besondere Beschaffenheit der Klappen und vor allem die Kontraktion der Papillarmuskeln bewirken einen vollständigen Klappenschluß. Für einen kurzen Augenblick werden die Atrioventrikularklappen in-

folge des stark ansteigenden Kammerinnendruckes in die Vorhöfe vorgewölbt. Durch diesen Vorgang wird ein leichter Druckanstieg in den Vorhöfen erzeugt.

Am Ende der isometrischen Kammerkontraktionszeit werden die Semilunarklappen geöffnet, wenn der Kammerinnendruck den Druck in den großen Gefäßen übersteigt.

Während der Austreibungszeit wird das Atrioventrikularseptum herzwärts heruntergezogen und dadurch ein Sog in den Vorhöfen erzeugt, der ein rasches Einströmen des Blutes aus den Venen in die Vorhöfe ermöglicht. Ein Rückstrom von Blut in die Venen findet nicht statt, obwohl die Venen nicht mit Klappen versehen sind. An den venösen Mündungsstellen in die Vorhöfe befinden sich zirkuläre Muskelfasern, die durch ihre Kontraktion einen fast völligen Verschluss der Venenmündungen bewirken.

Der Druckunterschied zwischen den gefüllten Vorhöfen und den Kammern verursacht nunmehr eine rasche Füllung der Kammern. Sobald ein Druckausgleich zwischen Vorhöfen und Kammern hergestellt ist, strömt gegen Ende der Kammerdiastole Blut aus den Venen in die Vorhöfe nach.

2.) Bei Kranken mit Mitralfehlern.

Unsere Kenntnisse über die Dynamik der Herzklappenfehler beruhen in erster Linie auf Ergebnissen experimenteller Tierversuche, wie sie besonders von W i g g e r s durchgeführt wurden. W i g g e r s hat 1922 als erster den Versuch unternommen, die Dynamik des Blutrückflusses bei experimenteller Mitralsuffizienz durch optische Registriermethoden darzustellen.

Bei der M i t r a l i n s u f f i z i e n z entleert sich während der Kammersystole ein Teil des Ventrikelblutes rückläufig in den linken Vorhof. An Hand vergleichender Untersuchungen von Druckkurven des linken Vorhofs und Volumenkurven der linken Kammer hat W i g g e r s gezeigt, daß der Blutrückfluss hauptsächlich in der Austreibungszeit stattfindet, während er in der Anspannungszeit nur gering ist. Die Menge des zurückströmenden Blutes hängt sowohl von der Größe des Klappendefek-

tes als auch von der Kraft und Schnelligkeit der Spannungsentwicklung in der linken Kammer ab. Nach Ansicht von W i g - g e r s spielt jedoch die Größe des Defektes eine geringere Rolle.

Da der linke Vorhof außer dem Pendelblut noch die normale Blutmenge aus den Pulmonalvenen erhält, führt die vermehrte Füllung zu einer Drucksteigerung, der linke Vorhof hypertrophiert, um seinen vermehrten Füllungsinhalt in die linke Kammer austreiben zu können.

Der Kammerinnendruck steigt während der Anspannungszeit nicht an, wie es normalerweise der Fall ist, sondern sinkt infolge des Blutrückflusses durch die insuffiziente Klappe. Die linke Kammer muß daher ihre Anfangsspannung stark erhöhen, um den Aortendruck überwinden zu können. Eine solche Erhöhung der Anfangsspannung ist nur über einen vermehrten systolischen Rückstand (Dilatation) zu erzielen. Die erhöhte Anfangsspannung führt zur Hypertrophie der linken Kammer. Dilatation und Hypertrophie der linken Kammer sind Vorbedingungen für eine Kompensation der Mitralinsuffizienz.

Wenn der linke Vorhof nicht in der Lage ist, seinen um das Pendelblut vermehrten Inhalt an die linke Kammer abzugeben, dilatiert er. Die Folge ist eine erschwerte Vorhoffüllung, eine Lungenstauung und eine kompensatorische Hypertrophie der rechten Kammer.

Bei der M i t r a l s t e n o s e muß der linke Vorhof seinen Inhalt durch die verengte Mitralklappe in den linken Ventrikel entleeren. Durch den erschwerten Abfluss steigt der Vorhofdruck stark an, die Folge ist eine Hypertrophie der Vorhofmuskulatur. Da der muskelschwache linke Vorhof nur in geringem Maße zur Hypertrophie fähig ist, steigen Druck und Restblutmenge weiter an. Schließlich kommt es zu einer Stauungsdilatation. Die Dilatation, welche sich vornehmlich nach hinten und rechts entwickelt, kann so ausgeprägt sein, daß der linke Vorhof am rechten Herzrand randbildend wird oder diesen sogar überragt. Die Stauungsdilatation verursacht eine Erschwerung der Vorhoffüllung. Stauung, Druckerhöhung im kleinen Kreislauf sowie Hypertrophie der rechten Kammer sind die weiteren Folgen. Wenn der Widerstand im kleinen Kreislauf so groß wird, daß sich der

rechte Ventrikel nicht mehr vollständig entleeren kann, so wird dieser dilatieren und nach ihm auch der rechte Vorhof als der muskelschwächste Teil des Herzens.

Bei zunehmendem Versagen des linken Vorhofs wird die Füllung der linken Kammer derart ungenügend, daß ihre Muskulatur atrophieren kann. Eine Kompensation der Mitralstenose kann im wesentlichen nur durch die Mehrleistung der hypertrophierten rechten Kammer bewirkt werden, da der linke Vorhof nicht zu einer ausreichenden Hypertrophie fähig ist.

D.) Literaturzusammenstellung.

a.) Die Morphologie der Vorhofkurven bei Herzgesunden.

Zunächst soll die "typische" Vorhofkurve erklärt werden, wie sie besonders von D a c k und P a l e y , D e u t s c h und Mitarbeitern, H a u b r i c h , H e c k m a n n , L u i s a d a und Mitarbeitern, ferner von S o l o f f und Mitarbeitern und T a h a n und O o s t h u i z e n beschrieben wurde. Die Mehrzahl dieser Autoren hat den Verlauf der Kurve des l i n k e n Vorhofs aufgezeigt. B o o t h und Mitarbeiter, sowie L u i s a d a haben auch den Bewegungsablauf des r e c h t e n Vorhofs näher geschildert. Die Bezeichnungsweise der Kurvenabschnitte ist bei den einzelnen Autoren verschieden. H a u b r i c h , S o l o f f und Mitarbeiter, sowie T a h a n und O o s t h u i z e n sprechen von einer "Wellenbewegung" der Vorhofkurve. H a u b r i c h bezeichnet als Umkehrpunkte der Wellenbewegung die "Vorhofkontraktion, den Schluß der Atrioventrikularklappen, die Vorwölbung der Mitralklappe in den Vorhof, den Blutzustrom aus den Venen und die Mitralklappenöffnung." W e n g e r spricht von einer "dreiphasischen" Form der Vorhofkurve entsprechend der Vorhofsystole, der Kammersystole und der Kammerdiastole.

Aus dem Schrifttum ergibt sich, daß diese 3-Wellenform den häufigsten Typ der normalen Vorhofkurve darstellt. Wir selbst haben uns in der Bezeichnungsweise der einzelnen Kurvenabschnitte H e c k m a n n angeschlossen. In Abbildung 1 ist eine schematische Zeichnung der "typischen" Vorhofkurve wieder-

gegeben. Nach H e c k m a n n beginnt die Vorhofkurve mit einer Abwärtsbewegung in der Praesystole, der "praesystolischen Senkung." Sie zeigt die Medialbewegung der Vorhofwand während der Vorhofkontraktion an. Ihr folgt entsprechend einer Lateralbewegung der Vorhofwand ein Anstieg der Kurve, den H e c k m a n n als den "ersten systolischen Anstieg" bezeichnet. Im Gipfelpunkt dieses Anstieges ist die erste Welle beendet.

Die Kurve macht, wie H e c k m a n n weiter ausführt, nun eine Abwärtsbewegung und zeigt damit die zweite Medialbewegung der Vorhofwand an, die als "systolische Senkung" erscheint. Ihr folgt ein Kurvenanstieg, der die Lateralbewegung der Vorhofwand ausdrückt, welche durch das Einströmen von Blut aus den Venen verursacht wird. H e c k m a n n nennt diesen Kurvenanstieg den "zweiten systolischen Anstieg". Er endet im Anfangsteil der Diastole, in dem "diastolischen Gipfel", der die zweite Welle der Vorhofkurve abschließt.

Nun folgt entsprechend einer Medialbewegung der Vorhofwand während der Vorhofentleerungsphase ein erneuter Kurvenabstieg, die "diastolische Senkung". Gegen Ende der Kammerdiastole läßt die Vorhofkurve den letzten Anstieg erkennen, in dessen Gipfelpunkt die dritte Welle beendet ist. Es schließt sich die nächste praesystolische Senkung an.

Übereinstimmend heben alle Autoren die Variabilität der Vorhofkurve hervor. Vor allem haben A n d e r s s o n , D a c k und P a l e y , sowie H e c k m a n n angegeben, daß die muskelschwachen Vorhofwände den Lage- und Volumenveränderungen der Ventrikel und der großen Gefäße weitgehend unterworfen sind. S o l o f f mißt dem Einfluß der Ventrikelkontraktionen auf die Lage der Vorhöfe eine besondere Bedeutung bei.

A n d e r s s o n betont, daß wechselnde Kurvenbilder nicht nur bei verschiedenen Menschen, sondern auch bei ein und derselben Person zu finden sind.

Wenn man die "typische", in 3-Wellen verlaufende Vorhofkurve bei mehreren Autoren ansieht, so sind vielfach ausgeprägte Unterschiede der Form und Größe einzelner Kurvenabschnitte zu erkennen.

T a h a n und O o s t h u i z e n haben an Hand eines

großen Kurvenmaterials - sie untersuchten über 100 herzgesunde Personen - eine Vielzahl von Kurvenverläufen beschrieben. Man erkennt einmal das wechselnde Aussehen der auf- und absteigenden Wellenteile an den 3-Wellenkurven, zum anderen findet man Kurven, die in zwei Wellen verlaufen, oder nur aus einer Welle zusammengesetzt sind. Bei der 2-Wellenform fehle die systolische Senkung, der erste und zweite systolische Anstieg gingen ineinander über. Dieser Kurvenverlauf zeige an, daß die durch die Vorwölbung der Atrioventrikularklappen bedingte Lateralbewegung der Vorhofwand während der isometrischen Kammerkontraktion mit der zweiten Lateralbewegung verschmelze, welche der Vorhoffüllung zuzuschreiben sei.

Die aus einer Welle bestehende Vorhofkurve lasse im Vergleich zur 3-Wellenkurve ein Fehlen der systolischen Senkung und des letzten ansteigenden Kurvenstückes erkennen. Die praesystolische Senkung sei nur angedeutet vorhanden. Weiter haben T a h a n und O o s t h u i z e n eine Vorhofkurve mit einem systolischen Plateau beschrieben. Kennzeichnend für diese Kurvenform sei, daß der erste und zweite systolische Anstieg wie bei der 2- und 1-Wellenkurve ineinander übergingen. Nach steilem Anstieg während der isometrischen Kammerkontraktion verlaufe die Kurve bis zum Zeitpunkt der Öffnung der Atrioventrikularklappen waagerecht, dann steige sie entsprechend der Medialbewegung der Vorhofwand wieder steil ab. Eine reine Plateaukurve liegt nach T a h a n und O o s t h u i z e n vor, wenn die praesystolische Senkung nicht vorhanden ist. Dieses reine Plateaubild haben die Autoren nur bei Durchleuchtung im ersten Schrägdurchmesser gefunden. Sie sind der Ansicht, daß die Plateaubildung folgenden drei Faktoren zuzuschreiben ist:

- 1.) Vorwölbung der Mitralklappe in den Vorhof.
- 2.) Blutauffüllung der Vorhöfe.
- 3.) Lageveränderung des Herzens in seiner Gesamtheit.

Vorhofkurven mit systolischem Plateau haben bei Herzgesunden auch A n d e r s s o n , S a l d a n h a und Mitarbeiter, sowie S o l o f f und Mitarbeiter beschrieben. H e c k m a n n gibt an, daß die Plateauform bei Herzgesunden selten vorkommt.

Über Kurven des r e c h t e n Vorhofs bei Herzgesunden haben vor allem A n d e r s s o n , D a c k und P a l e y , D e u t s c h und Mitarbeiter, L u i s a d a und T a h a n und O o s t h u i z e n berichtet. Die Autoren stimmen darin überein, daß die Kurven des rechten Vorhofs denen des linken sehr ähnlich sind. A n d e r s s o n und H e c k m a n n geben an, daß die Kontraktion des rechten Vorhofs 0,02 Sekunden früher als die des linken Vorhofs einsetzt. D a c k und P a l e y sowie L u i s a d a haben festgestellt, daß die systolische Senkung in der Kurve des rechten Vorhofs gegenüber der des linken Vorhofs allgemein tiefer ist. Sie erklären den Unterschied damit, daß der systolische Zug des rechten Ventrikels an dem rechten Vorhof stärker sei, da der rechte Ventrikel unmittelbar unter dem Vorhof liege.

Die in der Literatur beschriebenen elektrokymographischen Kurvenbilder der Vorhöfe geben in der Vielzahl der Formen und der teilweise unterschiedlichen Deutung kein einheitliches Bild. Manche Kurvenformen, wie zum Beispiel die von T a h a n und O o s t h u i z e n gefundene l-Wellenkurve, sind von anderen Autoren nicht beschrieben worden. Auch über das Vorkommen von Plateaukurven bei Herzgesunden ist man geteilter Meinung. Schließlich ist die Bezeichnungsweise der einzelnen Kurvenabschnitte bei einigen Autoren verschieden. Wir hielten es daher für angebracht, uns durch eigene Untersuchungen ein Urteil über die "charakteristische" Form der Vorhofkurve bei Herzgesunden zu bilden.

b.) Die Morphologie der Vorhofkurve bei Kranken mit Mitralfehlern.

Wir wollen in diesem Abschnitt die von einigen Autoren festgestellten "charakteristischen" Merkmale des Vorhof-Eky bei Kranken mit einem Mitralfehler anführen und auf die teilweise widersprechenden Beurteilungen der Vorhofkurven hinweisen. Es sei eingangs betont, daß die Mehrzahl der Forscher Kranke mit reiner Mitralstenose oder mit einem kombinierten Mitralfehler, bei dem die Stenose überwog, untersucht haben. Verständlicherweise hat man den Mitralstenosen im Hinblick auf einen

etwaigen operativen Eingriff mehr Beachtung geschenkt.

Bei Kranken mit M i t r a l s t e n o s e haben G a d e r m a n n und H e c k m a n n im Vorhof-Eky eine Plateaubildung während der Kammer d i a s t o l e beobachtet. H e c k m a n n fand dieses Plateau sehr häufig. Er erklärte seine Ausbildung damit, daß der linke Vorhof infolge der Stauungsdilatation eine "maximale Ausweitung und Lateralstellung seiner Wandung" erhalte. Er prägte für diese Kurve den Ausdruck "Canonkurve".

Auch A n d e r s s o n , der in jüngster Zeit über elektrokymographische Untersuchungen an einem großen Krankengut berichtete, fand in einigen Fällen von Mitralstenose ein d i a s t o l i s c h e s Plateau. In den meisten Fällen äußerte sich jedoch die Erschwerung des Blutabflusses aus dem linken Vorhof nur in einer deutlichen Abflachung der Kurve während der Diastole.

Demgegenüber kamen D a v i s o n und E p p s zu einem grundlegend anderen Ergebnis. Sie fanden bei der überwiegenden Zahl ihrer Kranken mit reiner bzw. vorwiegender Mitralstenose im Vorhof-Eky eine s y s t o l i s c h e Plateaubildung oder eine Modifikation dieser Plateauform durch einen "späten Gipfel" in der Systole. A b e l m a n n und Mitarbeiter sowie F l e i s c h n e r und Mitarbeiter erhoben bei ihren Patienten mit vorwiegender Mitralstenose ähnliche Befunde. Letztere deuteten das Plateau als Zeichen eines Blutrückflusses aus der linken Kammer in den linken Vorhof, während D a v i s o n und E p p s für die Ausbildung dieser Kurvenform Ventrikel- und Gefäßeinflüsse verantwortlich machten. Nach Ansicht von G a d e r m a n n beruht ein systolisches Plateau bei Kranken mit Mitralstenose in der Hauptsache auf einer "Links- und Dorsalrotation des gesamten Herzens", welche durch den überlasteten rechten Ventrikel verursacht wird.

Über das häufige Vorkommen eines systolischen Plateaus im Vorhof-Eky bei Kranken mit einem kombinierten Mitralfehler als Zeichen des Blutrückflusses in den linken Vorhof haben ferner D a c k und P a l e y sowie D e u t s c h und Mitarbeiter berichtet.

Auch bei Kranken mit reiner oder überwiegender Mitralinsuffizienz besteht hinsichtlich der "typischen" Kurvenformen und ihrer Deutung keine einheitliche Auffassung. G a d e r - m a n n hat als "charakteristisches" Zeichen der Mitralinsuffizienz ein systolisches Plateau festgestellt. A n d e r s - s o n sah dagegen das systolische Plateau, das er in einigen Fällen bei Mitralinsuffizienz fand, nicht als charakteristisch für diesen Klappenfehler an. H a u b r i c h hat bei reiner Mitralinsuffizienz nie ein systolisches Plateau im Vorhof-Eky beobachtet. Er bezeichnet als typisches Merkmal der Mitralinsuffizienz eine Vorhofkurve, die durch einen steilen Kurvenanstieg gleich zu Beginn der Systole und einen steilen diastolischen Kurvenabfall gekennzeichnet ist. Diese Kurve könne bei ausgeprägter Mitralinsuffizienz eine Kegelform annehmen. H e c k m a n n hat ebenfalls eine Kegelform im Vorhof-Eky beobachtet. Er sieht sie jedoch nicht als charakteristischen Kurventyp einer Mitralinsuffizienz an, da eine Kegelform auch bei Herzgesunden vorkommen könne.

Übereinstimmend sagen alle Autoren aus, daß der Kurvenabstieg während der Praesystole bei Mitralfehlern, vor allem bei der reinen Stenose, gegenüber den Befunden bei Herzgesunden besonders tief sei. Bei Vorhofflimmern sei die praesystolische Senkung nicht vorhanden.

Überblickt man die in der Literatur mitgeteilten elektrokymographischen Untersuchungsergebnisse bei Kranken mit Mitralfehlern, so muß man feststellen, daß die Ansichten über die "charakteristischen" Formenbilder bei einigen Autoren weit auseinandergehen. Das gilt sowohl für die Form der Kurve wie für die Zuordnung eines "Plateau" in die jeweilige Phase des Herzzyklus.

E.) Untersuchungsgang.

Wir schrieben bei den Herzgesunden und den Kranken mit Mitralfehlern Kurven vom linken und rechten Herzrand im sagittalen Strahlengang und von dem der Wirbelsäule zugewandten Herzrand im ersten und zweiten Schrägdurchmesser. Die schematischen Zeichnungen a bis c (Abb.2) sollen die abgegriffenen Punkte an

den Herzrändern aufzeigen. Vom linken Herzrand griffen wir durchschnittlich an zehn bis zwölf Punkten und vom rechten Herzrand an vier bis sechs Punkten ab. In den beiden Schrägdurchmessern wurde an je fünf bis sieben Punkten des hinteren Herzrandes abgegriffen. Die Untersuchungen wurden am stehenden Patienten vorgenommen. Während des Schreibens der Kurve ließen wir die Versuchsperson den Atem anhalten.

Die elektrokymographische Darstellung des Vorhofs bei Herzgesunden ist schwierig, wenn man sich auf wenige Abgriffe beschränkt. Häufig sind die Vorhofbewegungen entweder nicht sichtbar - das gilt besonders für die Darstellung des linken Vorhofs bzw. des linken Herzhofs am linken Herzrand - oder sie sind von Ventrikel- bzw. Gefäßpulsationen nicht gut abzugrenzen. Man weiß wohl anatomisch, wo der Vorhof jeweils zu finden ist, wird aber bei unzureichender Anzahl von Abgriffen im Elektrokymogramm eine Vorhofkurve mitunter vermissen. Wir hielten es daher im Gegensatz zu den meisten anderen Autoren für zweckmäßig, möglichst viele Abgriffe im fraglichen Bereich des linken Vorhofs vorzunehmen. Sobald wir mit dem Suchschlitz im Bereich der Vorhöfe zu sein glaubten, schrieben wir in dieser Gegend mehrere Kurven in kurzen Abständen hintereinander. In der Regel schrieben wir im Vorhofbereich auch einige Kurven mit schnellem Papierablauf.

F.) Beobachtungsgut.

a.) Herzgesunde.

Es wurden 20 herzgesunde Personen im Alter von 15 bis 57 Jahren elektrokymographisch untersucht. Das Durchschnittsalter betrug 33 Jahre. Bei den Versuchspersonen handelte es sich um Studenten, Ärzte und Klinikpatienten.

b.) Kranke mit Mitralfehlern.

Wir haben 23 Kranke mit einem Mitralfehler im Alter von 29 bis 68 Jahre (Durchschnittsalter 44 Jahre) untersucht. Die Diagnose wurde auf Grund des klinischen und elektrokardio-

graphischen Befundes, sowie der Röntgenuntersuchung gestellt. Von allen Kranken wurde auch ein Flächenkymogramm angefertigt. In der Anamnese gab die Mehrzahl der Patienten einen rheumatischen Infekt an. In einem Fall war eine schwere eitrige Angina dem Herzklappenfehler vorangegangen. Vier der Untersuchten ließ deutliche Dekompensationserscheinungen erkennen.

Wir teilten die Kranken in folgende drei Gruppen ein:

- Gruppe I: Sie umfaßt 4 Kranke mit einer reinen Mitralstenose.
Gruppe II: Hier sind 8 Kranke mit einem kombinierten Mitralfehler aufgeführt, bei dem die Stenose überwog.
Gruppe III: In dieser Gruppe sind 11 Kranke zusammengefaßt, bei denen ein kombinierter Mitralfehler mit Überwiegen der Insuffizienz vorlag.

G.) Ergebnisse.

a.) Herzgesunde.

Wir wollen in diesem Abschnitt die Morphologie der Vorhofkurve beschreiben und auf die Variabilität der 3-Wellenkurve besonders eingehen. Weiterhin werden wir die einzelnen Formen der Vorhofkurve ihrer Häufigkeit nach graphisch darstellen. Eine Besprechung der elektrokymographischen Ergebnisse in Beziehung zur Literatur werden wir später vornehmen.

Wir fanden bei den Herzgesunden 3 Grundformen der Vorhofkurve (vergl. Abb.3):

- 1.) 3-Wellenkurve.
- 2.) 2-Wellenkurve (Kegelform).
- 3.) Mischkurve (Plateaukurve¹⁾, Vorhof-Ventrikelkurve und Vorhof-Gefäßkurve).

Diese Kurvenformen sind zwar aus der Literatur bekannt, bisher jedoch nicht übersichtlich und erschöpfend dargestellt worden. Sie sollen daher in ihren Eigenarten an Hand der Abbildung

1) Wir ordnen im Gegensatz zu anderen Autoren die Plateaukurve den Mischkurven zu, da wir nicht der Ansicht sind, daß die Plateaukurve einer reinen Vorhofbewegung entspricht.

besprochen werden. Über die Häufigkeit ihres Vorkommens berichten wir anschließend.

1.) In dem Abschnitt "Literaturzusammenstellung" wurde bereits ausgeführt, daß die 3-Wellenkurve nach Aussagen mehrerer Autoren die "typische" Vorhofkurve darstellt (s. Abb. 1). Wir haben in Abb. 3a eine eigene Beobachtung aufgezeigt, welche die 3-Wellenform besonders klar wiedergibt. Der Kurvenverlauf läßt die Medial- und Lateralbewegungen der Vorhofwand während der Praesystole, Systole und Diastole gut erkennen. Die Umkehrpunkte der einzelnen Bewegungsphasen sind ebenso wie in Abb. 1 mit großen römischen Buchstaben bezeichnet.

2.) Die 2-Wellenkurve (Abb. 3b) hat folgende Merkmale: Die systolische Senkung fehlt und der erste wie zweite systolische Anstieg vereinigen sich zu einer einzigen ansteigenden Kurvenlinie. Dieser Kurvenanstieg bildet mit der darauf folgenden absteigenden Kurvenlinie eine Kegelform. Wir haben an unseren Kurven festgestellt, daß die 2-Wellenkurve keinen oder nur geringen Variationen unterliegt. In der Literatur wird eine 2-Wellenkurve bei Herzgesunden nur von T a h a n und O o s t - h u i z e n näher beschrieben.

3.) M i s c h k u r v e n (Abb. 3c - e). Die Mischkurve entsteht durch Überlagerung der Vorhofbewegung mit Bewegungen benachbarter Herzabschnitte, und zwar der Ventrikel und der Gefäße. Wir haben Mischkurven besonders häufig bei Abgriffen vom linken Herzrand im Bereich des linken Vorhofs bzw. des linken Herzhohls gewonnen.

Eine P l a t e a u k u r v e haben wir nur selten gefunden. An der Kurve in Abb. 3c erkennt man, daß sich der zweite systolische Anstieg nach Erreichung seines Gipfelpunktes in eine waagerechte Linie - das Plateau - fortsetzt, die am Ende der Kammerystole relativ steil abfällt. Die Plateaukurven zeigen nicht in allen Fällen die gleiche Form. Zum Vergleich weisen wir auf die Abb. 5c hin, wo das Plateau eine Einkerbung aufweist und der Abstieg von dem Plateau später erfolgt als bei dem Plateau in Abb. 3c.

Auf die Frage, inwieweit sich die Plateaukurve bei Herzgesunden von der Plateaukurve bei Kranken mit Mitralfehlern unterscheidet, soll an anderer Stelle eingegangen werden.

Die V o r h o f v e n t r i k e l m i s c h k u r v e variiert, je nachdem, ob der Ventrikel- oder der Vorhofanteil überwiegt. In Abb. 3d haben wir einen Kurventyp dargestellt, der im oberen Abschnitt des linken Ventrikelrandes gewonnen wurde. Die Kurve zeigt vornehmlich das Aussehen einer Ventrikelkurve. Auf den Vorhofanteil weist lediglich der Kurvenanstieg D - E gegen Ende der Systole und die absteigende Linie D - F während der Diastole hin. Je größer der Vorhofanteil ist, um so stärker ist die Strecke D - F ausgeprägt.

Eine V o r h o f - G e f ä ß m i s c h k u r v e ist in ausgeprägter Form in Abb. 3e zu sehen. Auf den vorwiegend im Bereich der Systole liegenden Gefäßanteil - in diesem Falle die Pulmonalarterie - folgt erst im Beginn der Diastole die Vorhofbewegung (D - F). Durch die "Einmischung" der Pulmonalisbewegung wird der Eindruck hervorgerufen, als ob der Punkt D, d.h. der tiefste Punkt der systolischen Senkung, nach rechts hin verlagert sei. Der Vorhofanteil hat hier, von der unterschiedlichen Größe des auf- und absteigenden Schenkels abgesehen, die gleiche Form wie der Vorhofanteil der Mischkurve in Abb. 3d.

Der F o r m e n r e i c h t u m der Vorhofkurven im Eky ist mit den bisher aufgezeigten 3 Grundformen nicht erschöpft. Wir haben lediglich gewisse Grundformen kennzeichnen wollen, um von einem ordnenden Schema ausgehen zu können. Die Variabilität ist so reichhaltig, daß es unmöglich ist, alle Formen zu beschreiben. Es wird in der Literatur zwar immer auf die Variabilität der Vorhofkurve hingewiesen, ins einzelne gehende Beschreibungen werden aber meistens nicht gegeben. Aus diesem Grunde ist zu verstehen, daß es dem im Lesen elektrokymographischer Kurven Unerfahrenen sehr schwer fällt, das Vorhof-Eky sicher zu beurteilen. Eine eingehende Kenntnis der vielfältigen Formen der Vorhofkurven ist jedoch notwendig, um das Vorhof-Eky bei Kranken mit Mitralfehlern erkennen und werten zu können. In Abb. 4 zeigen wir mehrere Vorhofkurven auf, bei denen die einzelnen Kurvenstrecken der Bewegungsphasen in Form und Größe untereinander differieren. Wir gingen von der 3-Wellenkurve aus, ein-

mal weil sie der häufigste Kurventyp beim Herzgesunden ist und sie andererseits im Vergleich zu den anderen Grundformen des Vorhof-Eky den größten Formenreichtum aufweist. Die besonderen Merkmale der dargestellten 3-Wellenkurven sind in der Beschreibung zur Abb.4 angeführt.

Wechselnde Kurvenbilder sahen wir nicht nur in den Vorhof-Eky verschiedener Versuchspersonen, sondern häufig auch in den Kurven ein und derselben Person. Die Variabilität zeigte sich hierbei ebenso in einem wechselnden Aussehen des einzelnen Kurventyps, wie in dem Auftreten verschiedener Grundformen (vergl. Abb.4 a1 - b3 und Abb.5 a - c). Wir beobachteten den Wechsel der Kurvenformen bei Herzrandabgriffen in verschiedenen Durchleuchtungspositionen und auch dann, wenn bei ein und derselben Person nur in einer Position im Vorhofbereich abgegriffen wurde.

Wir haben bei der Auswertung der Elektrokymogramme der Herzgesunden auch die H ä u f i g k e i t der einzelnen Grundformen der Vorhofkurve beachtet. Die graphische Darstellung in Abb.6 soll über das prozentuale Verhältnis der Grundformen zueinander Auskunft geben.

b.) Kranke mit Mitralfehlern.

Zunächst sollen alle von uns beobachteten Kurvenformen beschrieben werden, ohne Rücksicht darauf, ob eine reine oder eine vorwiegende Mitralkstenose bestand, oder ob eine vorwiegende Mitralsuffizienz vorlag. Dann folgen an Hand einer Tabelle Angaben über die Beziehung der einzelnen Formenbilder zu der Art des Klappenfehlers. In der Besprechung der Ergebnisse werden wir die Befunde erläutern und zu den Ergebnissen der Literatur Stellung nehmen.

Wir fanden bei den Kranken mit Mitralfehlern folgende 3 Kurventypen im Eky des linken Vorhofs:

- 1.) Systolische Plateaukurve.
- 2.) Diastolische Plateaukurve.
- 3.) Kegelform der Vorhofkurve.

Zu 1: Eine systolische Plateaukurve ist in Abb. 7a zu sehen. Gleich zu Beginn der Kammerystole steigt die Kurve steil an.

Dem Kurvenanstieg folgt das waagerecht verlaufende Plateau bis zum Ende der Systole. Der diastolische Kurvenabfall ist ebenso steil wie der Anstieg. Die Form des Plateaus ist in mäßigen Grenzen variabel. Außer den ganz waagerecht verlaufenden Plateaus beobachteten wir auch gering gesenkte oder ansteigende Formen. Bisweilen wies das Plateau in der Mitte eine Einsenkung auf, so daß an seinem Anfang und seinem Ende je ein Gipfel entstand.

Zu 2: Diese Kurvenform ist durch ein Plateau gekennzeichnet, das sich über die ganze Diastole hin erstreckt. Im Anfangsteil des Plateaus erkennt man einen kleinen Gipfel. Der Anstieg zu diesem Plateau verläuft ebenso steil wie der Abstieg. An- und absteigender Schenkel bilden einen tiefen Einschnitt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Plateaus (Abb. 7b). H e c k m a n n hat dieses Kurvenbild als "Canonkurve" bezeichnet und es als typisch für eine Mitralstenose angesehen. Das Plateau kann von wechselnder Gestalt sein, es kann ganz waagerecht, konvex oder etwas gesenkt verlaufen.

Zu 3: In Abb. 7c ist eine systolische Kegelform dargestellt. Sie setzt sich aus einem zu Beginn der Systole steil aufsteigenden und einem ebenso steil am Ende der Systole absteigenden Schenkel zusammen. Abb. 7d zeigt eine Kegelform, bei der die Spitze des Kegels im Anfangsteil der Diastole liegt. An- und absteigender Schenkel bilden im Gegensatz zu der Kegelform in Abb. 7c einen ausgesprochen spitzen Winkel. Außerdem ist deutlich zu erkennen, daß der Anstieg zum Kegelgipfel später erfolgt als bei der Kurve in Abb. 7c.

In Tabelle I haben wir aufgeführt, wie häufig wir die oben beschriebenen Kurventypen beobachtet haben. Das wesentliche Ergebnis dieser Tabelle ist folgendes:

- 1.) Ein diastolisches Plateau fehlt regelmäßig bei den Kranken mit überwiegender Insuffizienz.
- 2.) Ein systolisches Plateau fehlt bei allen vier Kranken mit reiner Mitralstenose.

Reine Mitralstenose und überwiegende Mitralinsuffizienz unterscheiden sich demnach in allen von uns untersuchten Fällen elektrokardiographisch deutlich voneinander.

Zur Veranschaulichung der Befunde wollen wir zwei typische Krankengeschichten anführen. Im ersten Fall handelt es sich um eine Patientin mit einer klinisch reinen Mitralstenose (im Vorhof-Eky diastolisches Plateau), im zweiten Fall um eine Kranke, die nach klinischem Befund an einem kombinierten Mitralfehler bei überwiegender Insuffizienz litt (im Vorhof-Eky systolisches Plateau).

Beispiel 1: (vergl. Abb. 8a)

Erna R., 38 Jahre alt, Hausfrau.

A n a m n e s e : Mit 28 Jahren akuter Gelenkrheumatismus. In den letzten Jahren zunehmende Atemnot.

K l i n i s c h e r B e f u n d : Mittelmäßiger Allgemeinzustand. Leichte Lippenzyanose. Keine Ödeme. RR: 110/60. Puls regelmäßig. Frequenz 70/Min.

Perkutorisch: Herz deutlich nach rechts verbreitert.

Auskultatorisch: Paukender erster Ton und leises praesystolisches Geräusch über der Herzspitze. 2. P.T. betont.

R ö n t g e n - B e f u n d : Mitrale Konfiguration des Herzens. Verlängerung der Ausflussbahn des rechten Ventrikels. Linker Vorhof deltt den Oesophagus umschrieben ein und verdrängt ihn nach hinten und rechts. Zentrale Lungenstauung. Keine Vergrößerung des linken Ventrikels.

E l e k t r o k a r d i o g r a m m : Sinusrhythmus. Steiltyp. Geringe Rechtsverspätung der Erregung. Ausgeprägte Veränderungen der P-Zacke im Sinne einer Überlastung des linken Vorhofs.

Auf Grund des klinischen und elektrokardiographischen Befundes war eine reine Mitralstenose anzunehmen.

E l e k t r o k y m o g r a m m : D i a s t o l i s c h e s Plateau im Bereich des linken Vorhofs (Abgriff vom hinteren Herzrand im 1. Schrägdurchmesser).

Beispiel 2: (vergl. Abb. 8b)

Käthe St., 45 Jahre alt, Küchengehilfin.

A n a m n e s e : Mit 26 Jahren akuter Gelenkrheumatismus. Seit mehreren Jahren starkes Herzklopfen, Angstgefühle. In letzter Zeit zunehmende Atemnot beim Treppensteigen.

K l i n i s c h e r B e f u n d : Ausreichender Allgemeinzustand. Angedeutete Lippenzyanose. Keine Lebervergrößerung, keine Ödeme. RR: 140/80. Puls regelmäßig, Frequenz 68/Min.

Perkutorisch: Herz geringgradig nach beiden Seiten verbreitert. Auskultatorisch: Lautes systolisches und leises diastolisches Geräusch über der Herzspitze. 2. P.T. betont.

R ö n t g e n - B e f u n d : Mitralkonfiguriertes Herz mit den Zeichen einer Vergrößerung des rechten und linken Ventrikels. Der linke Vorhof deltt den Oesophagus umschrieben ein. Geringgradige Lungenstauung.

E l e k t r o k a r d i o g r a m m : Angedeuteter Linkstyp des Ekg. Geringe Rechtsverspätung der Erregung. Deutliche Veränderungen der P-Zacke als Zeichen einer Überlastung des linken Vorhofs (P - sinistro cardiale).

Bei dieser Patientin war eine überwiegende Mitralinsuffizienz deshalb anzunehmen, weil auskultatorisch ein lautes systolisches Geräusch im Vordergrund stand, röntgenologisch der linke Ventrikel deutlich vergrößert war und im Elektrokardiogramm ein angedeuteter Linkstyp bestand.

Elektrokymogramm: Systolisches Plateau im Bereich des linken Vorhofs (Abgriff vom hinteren Herzrand im 1. Schrägdurchmesser).

H.) Besprechung der Ergebnisse.

a.) Bei Herzgesunden.

Unsere Untersuchungen ließen eine große Variabilität des Vorhof-Eky bei Herzgesunden erkennen; wir konnten aus dem Formenreichtum des Vorhof-Eky 3 Grundformen herauschälen. Es stellte sich heraus, daß diese Formen nicht in gleicher Häufigkeit auftraten. Die häufigste Form war die 3-Wellenkurve (Abb.6)

Eingehende elektrokymographische Untersuchungen bei Herzgesunden sind vor allem von T a h a n und O o s t h u i z e n durchgeführt worden. Diese Autoren haben auch eine Vorhofkurve beschrieben, die aus einer einzigen Welle besteht. In unseren Kurven ist eine solche Form nicht aufgetreten, sie ist auch sonst nicht in der Literatur beschrieben worden. Wir sehen diese "1-Wellenkurve" als Gefäßkurve bzw. Gefäß-Vorhofkurve an, keinesfalls aber als Ausdruck der reinen Vorhofrandbewegung.

In den bisherigen Mitteilungen über die Variabilität des Vorhof-Eky bei Herzgesunden ist immer nur ein Wechsel der Vorhofkurve bei verschiedenen Menschen beschrieben worden, lediglich A n d e r s s o n hat erwähnt, daß wechselnde Kurvenbilder auch bei ein und derselben Person vorkommen können. Wir machten diese Beobachtung in vielen Fällen (Abb.4 a¹ - b³ und Abb.5) Allerdings wird man diese Feststellung nur dann machen können, wenn in allen Durchleuchtungspositionen untersucht wird und wenn man sich nicht auf einzelne Abgriffe im Vorhofbereich beschränkt sondern systematisch in kurzen Abständen hintereinander abgreift. Bei einem solchen Vorgehen ergibt sich, daß die Form des Vorhof-Eky innerhalb engster Grenzen schwanken kann.

Dieses Verhalten läßt sich nicht sicher erklären, zumindest dann nicht, wenn man Einflüsse von den Kammern und den großen

Gefäßen her ausschließen kann. Der Übergang einer 3-Wellenkurve in eine 2-Wellenkurve hat mit solchen Einflüssen nichts zu tun. Die Annahme liegt nahe, daß auch die "reine Vorhofbewegung" beim Herzgesunden nicht gleichmäßig erfolgt, sondern von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Wir denken insbesondere an einen Wechsel in dem Füllungszustand des Vorhofes, an wechselnde Druckverhältnisse, wie sie zum Beispiel durch eine verschiedene Herzfrequenz hervorgerufen werden können (respiratorische Arrhythmie). Auch die Einflüsse vegetativer Spannungsänderungen, denen die Vorhoftätigkeit ja weitgehend unterworfen ist, müssen in Betracht gezogen werden. Weiterhin spielen Lageveränderungen des Herzens (Pendel- und Rotationsbewegungen) eine Rolle. H e c k m a n n hat mittels der Phasenanalyse nachgewiesen, daß Verschiebungen des Massenmittelpunktes beim Pendeln des Herzens das elektrokymographische Kurvenbild erheblich beeinflussen können. Es ist nicht möglich, unter allen diesen in Betracht kommenden Einwirkungen einen bestimmten Faktor im besonderen Masse für die Variabilität des Vorhof-Eky verantwortlich zu machen.

Keine Schwierigkeiten bereitet es, die Veränderungen der Vorhofbewegungen an den Vorhofgrenzen zu erklären. Es handelt sich hierbei, wie wir oben näher ausgeführt haben, um Mischkurven, welche infolge Überlagerung der Vorhofbewegung durch Kammer- und Gefäßbewegungen entstehen. Diese mitgeteilten Bewegungen sind insofern von Bedeutung, als sie denjenigen, der die Möglichkeit einer Überlagerung nicht berücksichtigt, zu einer Fehlbeurteilung veranlassen können.

Von den Mischkurven verdient die s y s t o l i s c h e P l a t e a u k u r v e (Abb. 3c und 5c) besonderes Interesse. Die Ansichten über das Vorkommen dieser Kurvenform bei Herzgesunden sind nicht einheitlich. Von mehreren Seiten (D a c k und P a l e y , D e u t s c h und Mitarbeiter u.a.) wird ihr Vorhandensein bestritten. Die Deutung der Plateaukurve ist unterschiedlich. Während T a h a n und O o s t h u i z e n dieses Kurvenbild für eine reine Vorhofkurve halten, glauben A b e l m a n n und Mitarbeiter, daß das Plateau einen Summationseffekt darstellt, zusammengesetzt aus überlagernden Pulsationen der Aorta und Pulmonalis. Einige Autoren erklären das

Plateau auch durch Lageveränderungen des Herzens.

Auch wir nehmen an, daß die Plateaubildung im Vorhof-Eky bei Herzgesunden durch Überlagerung der Vorhofbewegung mit Gefäßpulsationen verursacht wird. Gestützt wird diese Annahme dadurch, daß wir die Plateauform in der Regel an der Vorhof-Gefäßgrenze fanden. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der Plateaukurve bei Herzgesunden und Kranken mit Mitralfehlern werden wir später erörtern. Hier sei nur vorweggenommen, daß die Plateaukurve des Herzgesunden im Gegensatz zum Kranken mit einem Mitralfehler sehr selten und nicht in allen Durchleuchtungspositionen nachgewiesen werden konnte.

Für die Praxis ergibt sich die Notwendigkeit, elektrokymographische Untersuchungen des Vorhof-Eky in mehreren Positionen durchzuführen und möglichst viele Abgriffspunkte zur Beurteilung heranzuziehen. Die Untersuchung im 1. Schrägdurchmesser halten wir dabei für die geeignetste. Am linken Herzrand im sagittalen Durchmesser ergeben sich mitunter infolge der Ventrikel- und Gefäßnähe Schwierigkeiten in der Darstellung. Untersuchungen des linken Vorhofs im 2. Schrägdurchmesser haben nur wenig befriedigende Ergebnisse vermittelt; daran trägt die versteckte Lage des linken Vorhofs in diesem Durchmesser die Schuld. So leicht der linke Vorhof im 2. Schrägdurchmesser bei Vergrößerung zu finden ist, so mühselig ist es, ihn beim Herzgesunden zu lokalisieren. Lediglich der Bifurkationswinkel der Trachea gibt einen ungefähren Anhalt für die Lage des linken Vorhofs, der in seinem oberen Anteil jedoch von der linken Pulmonalarterie überlagert wird.

b.) Beobachtungen bei Kranken mit Mitralfehlern.

Bei der elektrokymographischen Untersuchung unserer Kranken kam es uns im wesentlichen auf folgende Gesichtspunkte an:

- 1: Ergeben sich bei den Kranken mit Mitralfehlern Veränderungen im Vorhof-Eky, die bei Herzgesunden nicht festzustellen waren?
- 2: Finden sich "charakteristische" Kurvenformen im Elektrokymogramm des linken Vorhofs, die man einer Stenose oder Insuffizienz der Mitralklappe zuordnen kann?

Zu 1: Angesichts des von allen Autoren beschriebenen Formén-reichtums des Vorhof-Eky schon beim Herzgesunden ist die Frage berechtigt, ob sich überhaupt sichere Unterscheidungsmerkmale zwischen den Vorhof-Eky der Herzgesunden und der Kranken mit Mitralfehlern herausarbeiten lassen. Die Frage läßt sich bei aller Zurückhaltung bejahen.

Die Plateaukurve ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen Herzgesunden und Herzkranken. Es erübrigt sich, in diesem Zusammenhang auf das d i a s t o l i s c h e Plateau näher einzugehen, da sein Krankheitswert außer Zweifel steht. Dagegen muß die s y s t o l i s c h e Plateaukurve eingehend behandelt werden, denn hier bestehen, wenn wir der Literatur folgen, Zweifel, ob sie regelmäßig zur Unterscheidung von Herzgesunden und Kranken berechtigt.

Die s y s t o l i s c h e Plateaukurve galt bisher als die wichtigste elektrokymographische Veränderung bei Mitralfehlern. Ihr diagnostischer Wert würde stark eingeschränkt, ja sogar aufgehoben werden, wenn sich bestätigte, daß sie bei Herzgesunden wie bei Kranken mit Mitralfehlern in gleicher Häufigkeit und Form aufträte. Die Literaturangaben über die Häufigkeit der Plateaukurve bei Herzgesunden widersprechen einander. Während H e c k m a n n sehr selten eine Plateaukurve bei Herzgesunden fand, stellten sie A n d e r s s o n und S o l o f f und Mitarbeiter im Vergleich zu den Untersuchungen bei Kranken mit Mitralfehlern relativ häufig fest.

Nach unseren Beobachtungen fand sich ein systolisches Plateau in den Vorhof-Eky der Herzgesunden nur ausnahmsweise (Abb. 6). Bei den Kranken mit Mitralfehlern dagegen war eine systolische Plateaukurve sehr häufig anzutreffen, und zwar wurde sie bei allen Kranken mit überwiegender Insuffizienz und auch bei der Mehrzahl der Kranken mit überwiegender Stenose der Mitralklappe nachgewiesen.

F o r m u n t e r s c h i e d e zwischen den Plateaukurven von Herzgesunden und Kranken sind in der Literatur nirgends klar herausgestellt worden. In Abb. 9 haben wir eine systolische Plateaukurve von einem Herzgesunden dem systolischen Plateau eines Kranken mit einer vorwiegenden Mitralinsuffizienz

gegenübergestellt. Aus diesen Abbildungen ist folgendes ersichtlich: Der Aufstieg zum Plateau erfolgt beim Herzgesunden in der zweiten Hälfte der Systole, d.h. in der Phase der reduzierten Austreibung des Blutes in die Aorta (Abb. 9a). Die Plateaukurve des Kranken mit einer vorwiegenden Mitralinsuffizienz läßt dagegen erkennen, daß der Anstieg zum Plateau gleich zu Beginn der Kammersystole erfolgt (Abb. 9b). Dieser in der Literatur bisher nicht beachtete Unterschied in der Verlaufsform läßt vermuten, daß die Plateaukurve bei Gesunden und Kranken auf verschiedene Ursache zurückgeführt werden muß. Wir halten die systolische Plateaukurve beim Herzgesunden für eine physiologische Variation, die durch überlagernde Gefäßpulsationen entsteht. Das systolische Plateau im Vorhof-Eky der Kranken mit Mitralfehlern ist dagegen auf die veränderte Hämodynamik infolge einer Insuffizienz der Mitralklappe zurückzuführen. Es zeigt eine Lateralbewegung der Vorhofwand während der Kammersystole an, welche durch den bereits während der isometrischen Kammerkontraktion in Erscheinung tretenden Blutrückfluss durch die insuffiziente Mitralklappe in den linken Vorhof ausgelöst wird. Diese Erklärung stimmt mit den experimentellen Untersuchungen von W i g g e r s überein, der am Tierherz an Hand vergleichender Untersuchungen von Druckkurven des linken Vorhofs und Volumenkurven der linken Kammer die Hämodynamik des Blutrückflusses geprüft hat.

Das gleiche, was über die systolische Plateaukurve bei Herzgesunden und Kranken mit Mitralfehlern oben gesagt wurde, gilt auch für die sogenannte K e g e l f o r m der Vorhofkurve, die wir ebenfalls bei Herzgesunden und Kranken gefunden haben. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß der Anstieg zum Kegelspitzen bei Herzgesunden erst in der zweiten Hälfte der Kammersystole beginnt und die Kegelspitze im Anfangsteil der Diastole erscheint (Abb. 9c). Bei den Kranken mit vorwiegender Mitralinsuffizienz steigt die Kurve dagegen gleich zu Beginn der Kammersystole an und der Kegelspitzen tritt am Ende der Systole auf (Abb. 9d). Diese Unterschiede im zeitlichen Auftreten des Kegels erklären sich damit, daß die Kegelform beim Herzgesunden den normalen Vorgang der Vorhoffüllung und

Vorhofentleerung anzeigt, während sie bei Kranken mit vorwiegender Mitralinsuffizienz Ausdruck des Blutrückflusses ist. Wir fassen die Kegelform bei den Kranken mit vorwiegender Mitralinsuffizienz als Modifikation der systolischen Plateaukurve auf.

Zu 2: Zur Abgrenzung zwischen der Mitralstenose und der Mitralinsuffizienz können wir auf Grund unseres kleinen Beobachtungsgutes nicht sicher Stellung nehmen. Immerhin können wir sagen, daß die wenigen Fälle von reiner Mitralstenose, die wir untersuchten, auffällige elektrokymographische Befunde erkennen ließen. Bei allen Kranken mit reiner Mitralstenose vermißten wir ein systolisches Plateau, fanden jedoch bei jedem dieser Kranken ein diastolisches Plateau. Wir haben den Eindruck gewonnen, daß das diastolische Plateau, wie auch Heckmann angibt, für eine Mitralstenose spricht. Häodynamisch läßt es sich durch den erschwerten Blutabfluss aus dem linken Vorhof in die linke Kammer erklären. Der erschwerte Blutabfluss führt zu einer Stauungsdilatation des linken Vorhofs und somit zu einer langanhaltenden Lateralstellung seiner Wandung. In der Literatur ist ein diastolisches Plateau als "charakteristisches" Zeichen der Mitralstenose nur von Anderson, Gadermann und Heckmann beschrieben worden.

Es darf nicht übersehen werden, daß die elektrokymographische Diagnostik der Mitralfehler mit sehr viel Schwierigkeiten behaftet ist, die sich auch bei sorgfältiger Untersuchungstechnik nicht vermeiden lassen. Im weiteren werden wir dazu Stellung nehmen.

1.) Die Unterscheidung zwischen Mitralstenose und Mitralinsuffizienz wird erschwert, wenn ein Vorhofflimmern besteht. Unter diesen Umständen ist ein etwa vorhandenes Plateau nicht regelmäßig der Systole oder Diastole zugeordnet. Die Abb. 10, die von einem Kranken mit kombiniertem Mitralfehler stammt, gibt dafür ein Beispiel. So ist in Reihe 3 dieser Abb. zu sehen, daß sich das systolische Plateau bei einer kurzen Diastole nicht nur auf die Systole beschränkt, sondern weit in die Diastole hineinreicht. Auf diese Weise wird das Bild der "Canonkurve" (Heckmann) vorgetäuscht, die wir ausschließlich in den Vorhof-

Eky der Kranken mit reiner bzw. überwiegender Stenose der Mitralklappe gefunden haben. Bei einer längerdauernden Diastole erkennt man im gleichen Kurvenstreifen der Reihe 3, daß das Plateau nur ganz gering in die Diastole hineinreicht. Aus der Abb. 10 ist ferner zu ersehen, daß das systolische Plateau in den verschiedenen Positionen sowie bei mehreren Abgriffen in der gleichen Durchleuchtungsposition deutliche Formunterschiede aufweist. In Reihe 5 (Abgriff a) tritt an Stelle eines systolischen Plateaus eine Kegelform. Da Kranke mit fortgeschrittenem Mitralfehler sehr häufig ein Vorhofflimmern aufweisen, wird der Wert und die Sicherheit der elektrokymographischen Diagnostik auf diese Weise eingeschränkt. F l e i s c h n e r und Mitarbeiter sind bei ihren Untersuchungen, die durch den Operationsbefund überprüft werden konnten, zu ähnlichen Feststellungen gekommen.

2.) Eine wesentliche Schwierigkeit in der elektrokymographischen Diagnostik der Mitralfehler liegt darin, daß man bei Abgriffen von verschiedenen Stellen des linken Vorhofs in den verschiedenen Durchleuchtungspositionen beim gleichen Kranken sehr unterschiedliche Bilder gewinnen kann. Wir hatten bereits bei Besprechung des Vorhof-Eky beim Herzgesunden betont, wie variabel die Kurvenform sein kann. Beim Kranken mit einem Mitralfehler ist dieses Verhalten besonders auffällig. Aus der Tabelle I ist ersichtlich, daß wir bei Kranken mit überwiegender Mitralkstenose sowohl ein systolisches wie ein diastolisches Plateau beobachtet haben. Weiterhin haben wir festgestellt, daß auch die Kegelform der Vorhofkurve ebenso bei den Kranken mit überwiegender Mitralkinsuffizienz wie auch bei den Kranken mit reiner bzw. vorwiegender Stenose der Mitralklappe auftrat. Auf diese Schwierigkeiten in der elektrokymographischen Diagnostik ist in der Literatur bisher nicht mit entsprechendem Nachdruck hingewiesen worden. In der Literatur wurde die Diagnostik insofern "vereinfacht", als man die "diastolische Plateaukurve" schlechthin der Mitralkstenose, die "systolische Plateaukurve" der Mitralkinsuffizienz zuordnete. Unseren Ausführungen ist zu entnehmen, daß diese Vereinfachung unzulässig ist und zu Fehlurteilen führen muß. Die Vorzüge der Elektrokymographie sind nicht

zu bestreiten, ihre Grenzen müssen jedoch in gleicher Weise aufgezeigt werden.

Eine sichere Erklärung für die wechselnden und mannigfachen elektrokymographischen Bilder bei Mitralfehlern läßt sich heute noch nicht abgeben. Wir können nur annehmen, daß zahlreiche Faktoren die Randbewegung des linken Vorhofs bei Mitralfehlern beeinflussen. Hier sind zu nennen: Die wechselnde Füllung des Vorhofs, z.B. bei Vorhofflimmern, wechselnde Druckverhältnisse, die Einflüsse des vegetativen Nervensystems usw. Weiterhin ist anzunehmen, daß die Stelle des Abgriffs im Vorhofbereich eine Rolle spielt. Je nach der Durchleuchtungsposition und nach dem Abgriffspunkt kann man unterschiedliche elektrokymographische Bilder erhalten. Hinzu kommt, daß an den Vorhofrändern Einflüsse der großen Gefäße bzw. der Kammertätigkeit wirksam werden. Alle diese Gründe bedingen, daß es oft schwer ist, von "typischen" Kurvenformen des linken Vorhofs bei Mitralfehlern zu sprechen. Schließlich müssen auch die Veränderungen des Bewegungsraumes des Herzens bei Beurteilung der elektrokymographischen Kurven berücksichtigt werden. Wenn wir H e c k m a n n folgen, kann der Bewegungsraum des Herzens infolge einer Hypertrophie des rechten oder linken Ventrikels erheblich verändert werden. Bei annähernd gleichem Verhältnis der Muskelmassen der rechten und linken Kammer erfolgt die systolische Kontraktion beider Kammern um ein zentral gelegenes Kontraktionszentrum. Nimmt der rechte oder der linke Ventrikel an Masse zu, so verschiebt sich das Kontraktionszentrum und der Bewegungsraum verändert sich. Bei der Mitralstenose ist der Bewegungsraum des Herzens infolge einer Massenzunahme der rechten Kammer stark nach links vergrößert (bei einem Hypertonikerherz mit Linkshypertrophie ist der Bewegungsraum nach rechts hin vergrößert).

Überblicken wir abschließend unsere Ergebnisse, so ist zu sagen, daß das Elektrokymogramm eine wertvolle Hilfe für die Erkennung und Beurteilung von Mitralfehlern sein kann, ähnlich wie es früher bereits bei der Aorteninsuffizienz von uns nachgewiesen wurde (Angebrand und Moll).

Wir haben an Hand unserer Beobachtungen den Eindruck gewonnen, daß die veränderte Hämodynamik des Herzens elektrokymographisch vorzeitiger erkannt werden kann, als es mit Hilfe der üblichen Röntgendurchleuchtung und Röntgenaufnahme möglich ist. So haben wir an einigen Beispielen beobachtet, daß eine Vergrößerung des linken Vorhofs im l. Schrägdurchmesser nicht vorhanden oder nicht sicher festzustellen war, während im Elektrokymogramm eine pathologische Formänderung der Kurve das Vorliegen eines Klappenfehlers anzeigte. Die gleiche Beobachtung machten wir auch in Bezug auf das Flächenkymogramm. In mehreren Fällen war das Flächenkymogramm im Bereich des linken Vorhofs unauffällig, während das Elektrokymogramm deutliche Veränderungen aufwies. Der Vorzug der Elektrokymographie ergibt sich aus der Möglichkeit einer "lupenhaften" Vergrößerung der Einzelzacke des Flächenkymogramms und der Möglichkeit, die Vorhofrandbewegungen über eine beliebige Zeit hin zu verfolgen. Das Elektrokymogramm bietet ferner eine Hilfe in der Differentialdiagnose zwischen der Mitralstenose und der Mitralinsuffizienz, wemngleich wir uns hier angesichts unseres kleinen Beobachtungsgutes zurückhaltend äußern müssen. Immerhin können wir soviel sagen, daß bei den eingehend untersuchten Kranken mit Hilfe zahlreicher Abgriffe in allen Durchleuchtungspositionen Unterschiede der Vorhofkurve bei Stenose und Insuffizienz der Mitralklappe festgestellt wurden.

Trotz der guten Fortschritte, welche die Elektrokymographie in letzter Zeit gezeigt hat, ist auch jetzt noch die Forderung von H a u b r i c h berechtigt, daß weitere Untersuchungen an einem großen Krankengut erforderlich sind. Dies gilt vor allem deshalb, weil die Elektrokymographie - zumal in Amerika - zunehmend als Hilfsmethode zur Beurteilung von Kranken vor Herzoperationen eingesetzt wird.

I.) Zusammenfassung.

An Hand eines Beobachtungsgutes von 20 Herzgesunden und 23 Kranken mit Mitralfehlern wurden elektrokymographische Untersuchungen des linken Vorhofs durchgeführt. Die Ergebnisse waren:

1.) Das Vorhof-Elektrokymogramm des Herzgesunden ist außerordentlich variabel. Die Variabilität äußert sich sowohl im Auftreten verschiedener Kurvenformen, als auch in einem wechselnden Aussehen des einzelnen Kurventyps. Wir haben bei den Herzgesunden bestimmte Grundformen der Vorhofkurve herausgestellt und in Ergänzung der Literatur Angaben über die Häufigkeit ihres Vorkommens gemacht. Eine Bereicherung der bisherigen Erkenntnisse bedeutet der Nachweis, daß ein Formenwechsel der Vorhofkurve nicht nur bei verschiedenen Personen, sondern auch bei ein und demselben Untersuchten nachweisbar ist.

2.) Vergleichende Untersuchungen haben deutliche Unterschiede zwischen den Vorhof-Elektrokymogrammen der Herzgesunden und der Kranken mit Mitralfehlern erkennen lassen. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale sind die "Plateaukurven", bei denen zwischen systolischem und diastolischem Plateau unterschieden wird. Die Eigenarten der Plateaukurve, ihre Häufigkeit und Entstehung wird an Hand mehrerer Beispiele und Abbildungen besprochen.

3.) Zwischen Mitralstenose und Mitralinsuffizienz lassen sich elektrokymographisch Unterschiede feststellen. Das diastolische Plateau wird als wichtiger Hinweis für das Bestehen einer reinen Mitralstenose angesehen. Systolische Plateaubildungen treten sowohl bei Kranken mit vorwiegender Insuffizienz wie auch bei Kranken mit vorwiegender Stenose der Mitralklappe auf, jedoch nicht bei Vorliegen einer reinen Mitralstenose.

4.) In Verbindung mit den klinischen und den üblichen röntgenologischen Untersuchungen ist die Elektrokymographie ein wertvolles Hilfsmittel für die Erkennung und Beurteilung von Mitralfehlern. Gelegentlich gibt die Methode Auskünfte, die mit anderen Verfahren nicht gewonnen werden können.

K.) Literaturübersicht.

- 1.) A b e l m a n n , W.H., L.B. E l l i s und D.E.
H a r k e n : The Diagnosis of Mitral Regurgitation.
Amer. J. Med. 15, 5 (1953).
- 2.) A n d e r s s o n , T.: Elektrokymographic Examinations
in Mitral Valve Disease. Acta Radiol. Suppl. 106
(Stockholm 1953).
- 3.) A n g e b r a n d , W. und A. M o l l : Das Elektrokymo-
gramm der Aorta bei Herzgesunden und bei Kranken mit
Aorteninsuffizienz. Arch. Kreislaufforschg. 23, 282
(1955).
- 4.) B o o t h , E., K. W i l l i s , T. R e e v e s und
T. H a r r i s o n : The Right Auricular Elektrokymo-
gram of Normal Subjects. Circulation 7, 916 (1953).
- 5.) D a c k , S. und D. P a l e y : Elektrokymography.
II. The Great Vessel and Auricular Elektrokymograms.
Amer. J. Med. 12, 447 (1952).
- 6.) D a v i s o n , P.H. und R.G. E p p s : The Left
Auricular Elektrokymogram in Mitral Stenosis.
Brit. Heart J. 16, 49 (1954).
- 7.) D e u t s c h , E., E. G m a c h l ,
H. S c h a c h i n g e r , H. S i e d e k und
R. W e n g e r : Die Elektrokymographie. Z. Kreislauf-
forschg. 40, 129 (1951).
- 8.) F l e i s c h n e r , F.G., W.H. A b e l m a n n
und R. B u k a : The Value of the Atrial Elektrokymo-
gram in the Diagnosis of Mitral Regurgitation.
Circulation 10, 71 (1954).

- 9.) G a d e r m a n n , E.: Elektrokymographische Untersuchungen über das Verhalten der Herzpulsation bei Mitralvitien. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg. 20, 137 (Darmstadt 1954).
- 10.) G ö t t , Th. und J. R o s e n t h a l : Über ein Verfahren zur Darstellung der Herzbewegung mittels Röntgenstrahlen (Röntgenkymographie). Münchn. Med. Wschr. 1912, 2033.
- 11.) H a u b r i c h , R.: Durchführung, bisherige Ergebnisse und Aussichten der Elektrokymographie.
In: R. J a n k e r , F. G r o s s e - B r o c k h o f f , R. H a u b r i c h , H. L o t z k e s , A. S c h a e d e , H. H a l l e r b a c h : Die Röntgenuntersuchung des Herzens und der großen Gefäße. S. 93 (Wuppertal-Elberfeld 1955).
- 12.) H e c k m a n n , K.: Grundsätzliche Betrachtungen zur Elektrokymographie. Fortschr. Röntgenstr. 77, 723 (1952).
- 13.) H e c k m a n n , K.: Kritisches zur Elektrokymographie. Fortschr. Röntgenstr. 77, 444 (1952).
- 14.) H e c k m a n n , K.: Grundriss der Elektrokymographie. (Stuttgart 1952).
- 15.) H e c k m a n n , K.: Die elektrokymographischen Befunde bei Mitralfehlern. Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 60, 552 (München 1954).
- 16.) L u i s a d a , A.A.: The Heart Beat. S. 14, 199 ff. und S. 321 ff. (New York 1953).
- 17.) L u i s a d a , A.A. und F.G. F l e i s c h n e r : Dynamics of the Left Auricle in Mitral Valve Lesions. Amer. J. Med. 4, 791 (1948).

- 18.) S a l d a n h a , A., J. M o n i z d e
B e t t e n c o u r t , P. M a d e i r a P i n t o ,
M. S c h r e c k u n d J. C. B a r r e t o
F r a g o s o : L'électrokymogramme de l'oreillette
gauche, à l'état normal et pathologique, en particu-
lier chez les mitraux. *Cardiologia* 25, 212 (1954).
- 19.) S o l o f f , L. A., J. Z a t u c h n i u n d
H. S t a u f f e r : The Atrial Border Electrokymogram
in Mitral Regurgitation. *Circulation* 6, 96 (1952).
- 20.) S t u m p f , P.: Kymographische Röntgendiagnostik
(Stuttgart 1951).
- 21.) T a h a n , R. J. u n d S. F. O o s t h u i z e n :
Electrokymography: A Study of Heart Border Motion
in Health and Disease. *South African Med. J.* 27, 1005
(1953).
- 22.) W e n g e r , R.: Die Elektrokymographie als Methode der
Diagnostik. *Wiener Z. Inn. Med.* 33, 1 (1952).
- 23.) W i g g e r s , C. J.: Die pathologische Physiologie
des Kreislaufs bei Klappenerkrankungen des Herzens.
Erg. Physiol. 29, 250 (1929).

Abbildungen.



Abb. 1: Schematische Zeichnung der typischen Vorhofkurve (3-Wellenkurve) des Herzgesunden (nach H e c k m a n n). Die Buchstaben A bis F bezeichnen die Umkehrpunkte von der Medial- zur Lateralbewegung der Vorhofwand.

A - C : 1. Welle;
C - E : 2. Welle;
E - A : 3. Welle.

Die einzelnen Kurvenstrecken bedeuten:

A - B : Praesystolische Senkung.
B - C : Erster systolischer Anstieg.
C - D : Systolische Senkung.
D - E : Zweiter systolischer Anstieg.
E - F : Diastolische Senkung.

(Einzelheiten: Text S. 9 - 10)

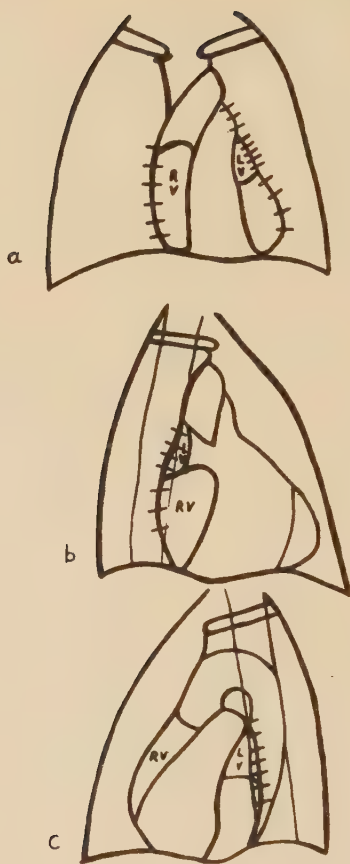


Abb. 2: Abgriffpunkte an den Herzrändern in verschiedenen Durchmessern (schematisch).

a) Sagittaltbild.

b) Bild im I. Schräg-Durchmesser.

c) Bild im II. Schräg-Durchmesser.

Abkürzungen: L.V.: linker Vorhof bzw. linkes
Herzohr. R.V.: rechter Vorhof.

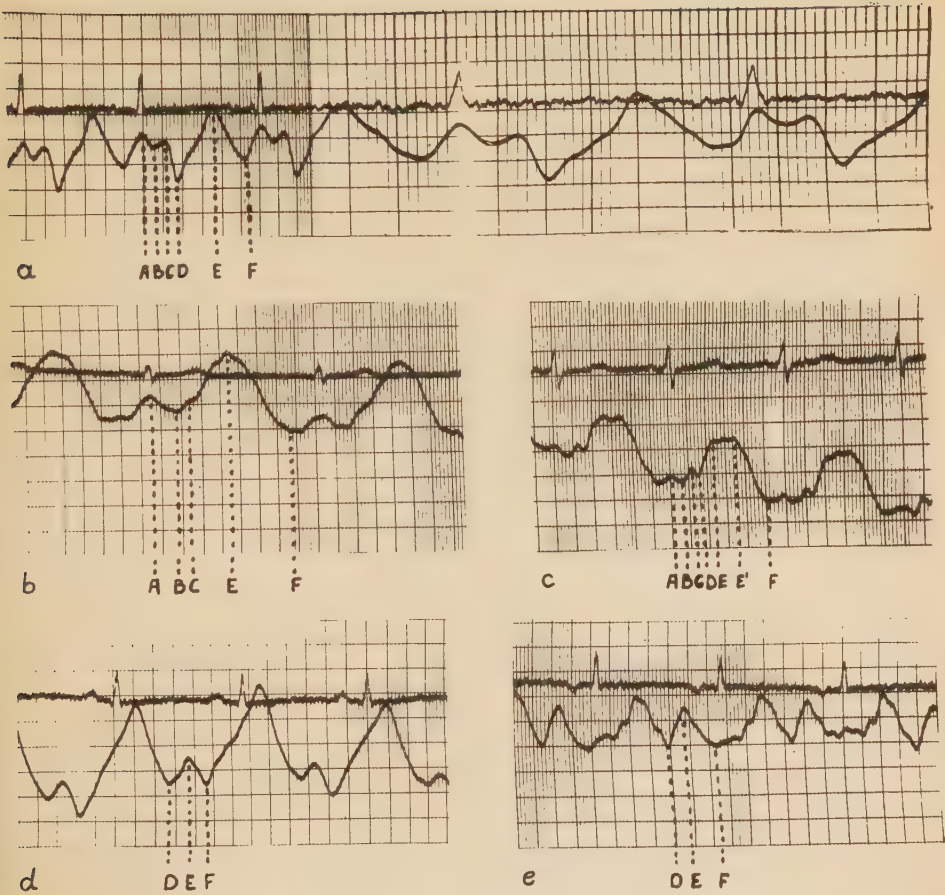


Abb. 3: Die 3 Grundformen der Vorhofkurve bei Herzgesunden.
Beachte: Verzögerung der elektrokymographischen Kurve gegenüber dem Ekg um den konstanten Wert von 0,05 Sekunden. Bezeichnung der Kurvenstrecken s. Legende zu Abb. 1.
a) 3-Wellenkurve mit langsamem Papierablauf (40 mm/sec) auf der linken Bildseite und schnellem Papierablauf (100 mm/sec) auf der rechten Bildseite.

Fortsetzung S.38.

b) 2-Wellenkurve. Systolische Senkung (Strecke C - D der Abb. 3a) nicht vorhanden.

c - e M i s c h k u r v e n .

c) Plateaukurve. Der zweite systolische Anstieg verläuft nach Erreichung des Gipfelpunktes in Form eines Plateau (E - E'), im übrigen Verlauf wie bei 3-Wellenkurve.

d) Vorhof-Ventrikelkurve. Der Vorhofanteil entspricht der Strecke D - F.

e) Vorhof-Gefäßkurve. Vorhofanteil wie in Abb. 3d von D - F. (Einzelheiten s. Text S. 16 - 18.)

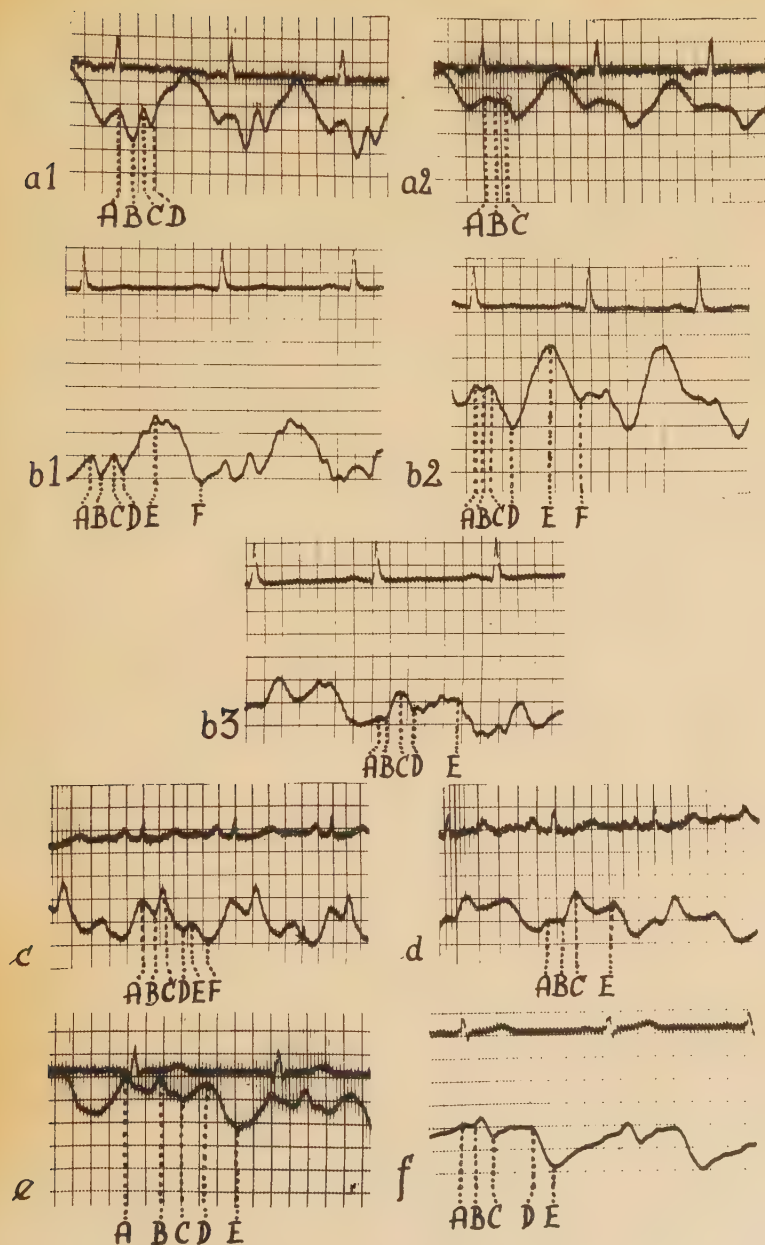


Abb. 4: Legende s.S.40.

Abb. 4: Die Variabilität des Vorhof-Eky bei 6 Herzgesunden, dargestellt an der 3-Wellenkurve. Es werden lediglich die besonderen Merkmale angeführt. Bezeichnungen der Kurvenstrecken siehe Abb. 1.

Jeder Buchstabe bezeichnet eine Versuchsperson. Arabische Ziffern hinter einem Buchstaben weisen darauf hin, daß von der gleichen Versuchsperson mehrere Kurven (Abgriffe in verschiedenen Positionen) dargestellt sind.

a1) Praesystolische Senkung A-B steil abfallend, größer als systolische Senkung C-D (Abgriff vom rechten Herzrand im sagittalen Strahlengang).

a2) Praesystolische Senkung A-B und erster systolischer Anstieg B-C gehen ineinander über (Abgriff vom hinteren Herzrand im ersten Schrägdurchmesser).

b1) Kurvenbild kommt annähernd dem "Idealbild" der schematischen Zeichnung (Abb.1) gleich (Abgriff vom rechten Herzrand im sagittalen Strahlengang).

b2) Praesystolische Senkung A-B und erster systolischer Anstieg B-C ganz gering ausgedrückt. Tiefe systolische Senkung C-D. Steiler zweiter systolischer Anstieg D-E und steile diastolische Senkung E-F (Abgriff vom hinteren Herzrand im 1. Schrägdurchmesser).

b3) Angedeutete praesystolische Senkung. Erster systolischer Anstieg und systolische Senkung bilden eine Kegelform. Flacher zweiter systolischer Anstieg (Abgriff vom hinteren Herzrand im 2. Schrägdurchmesser).

c) Systolische Senkung deutlich größer als praesystolische Senkung, bogenförmig verlaufend, geht in auf fallend kleinen zweiten systolischen Anstieg über. Flach abfallende, sehr kleine diastolische Senkung.

d) Praesystolische Senkung angedeutet, Übergang in steilen ersten systolischen Anstieg. Systolische Senkung und zweiter systolischer Anstieg bilden eine Mulde.

- e) Praesystolische Senkung und erster systolischer Anstieg bilden eine Mulde. Im Verhältniß zur diastolischen Senkung kleiner zweiter systolischer Anstieg.
- f) Praesystolische Senkung angedeutet. Zweiter systolischer Anstieg flach ansteigend, in Waagerechte übergehend, gefolgt von relativ steiler diastolischer Senkung.

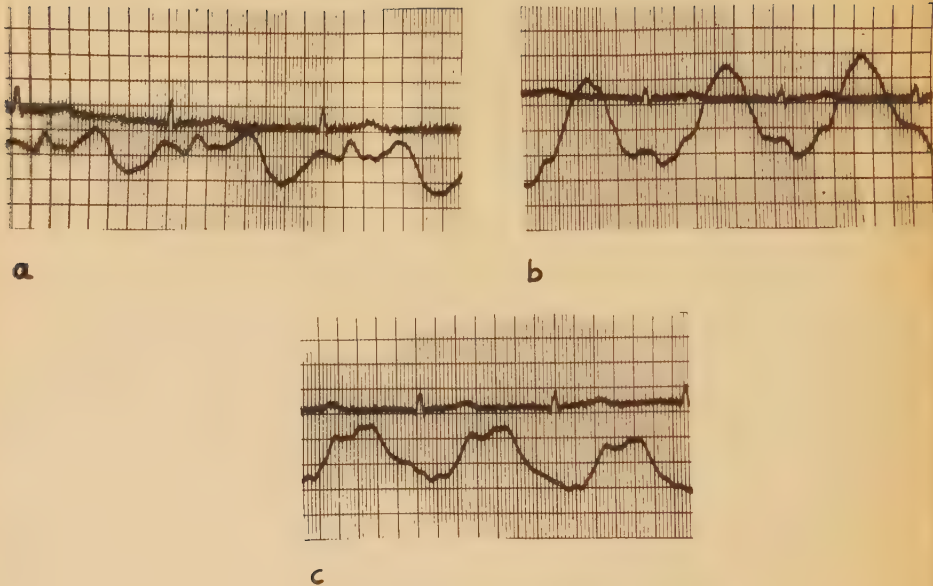


Abb. 5: Verschiedene Vorhofkurven in verschiedenen Durchleuchtungspositionen bei der gleichen herzgesunden Versuchsperson.

- a) 3-Wellenkurve bei Abgriff vom rechten Herzrand im sagittalen Strahlengang.
- b) 2-Wellenkurve bei Abgriff vom hinteren Herzrand im 1. Schrägdurchmesser.
- c) Plateaukurve bei Abgriff vom linken Herzrand im sagittalen Strahlengang.

Bezeichnung der Kurvenstrecken s. Abb. 1 und 3.

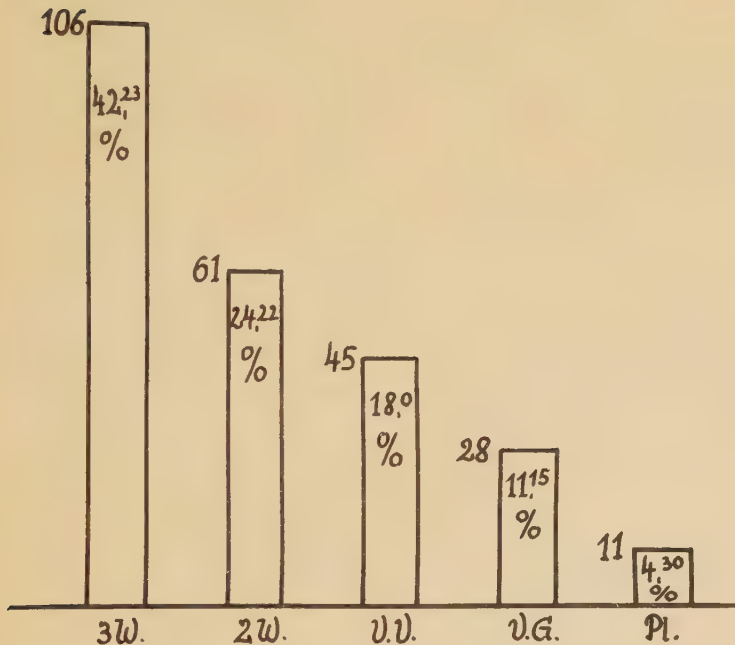


Abb. 6: Häufigkeit der einzelnen Grundformen im Vorhof-Eky bei 20 herzgesunden Versuchspersonen. Die Zahlen neben den Säulen geben die Anzahl der Abgriffe im Vorhofbereich wieder (Gesamtzahl der Abgriffe 251).
Erklärung der Abkürzungen: 3W: 3-Wellenkurve; 2W: 2-Wellenkurve; V.V.: Vorhof-Ventrikelkurve; V.G.: Vorhof-Gefäßkurve; Pl.: Plateaukurve.

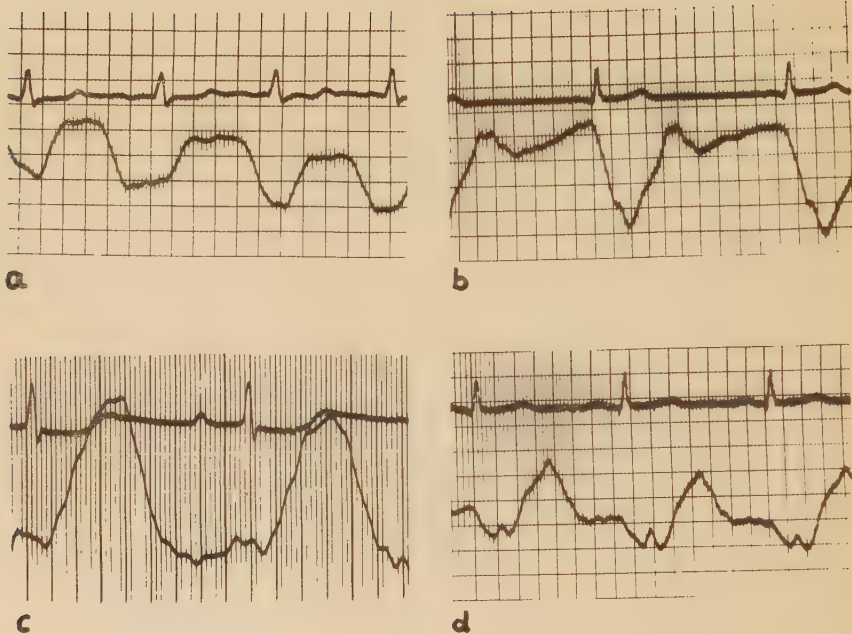


Abb. 7: Die "charakteristischen" Kurvenformen im Eky des linken Vorhofs bei Kranken mit Mitralfehlern. Es wird nochmals betont, daß die elektrokymographische Kurve dem Ekg um 0,05 Sekunden nachfolgt.

- a) Systolische Plateaukurve.
- b) Diastolische Plateaukurve.
- c) und d) Kegelform der Vorhofkurve.

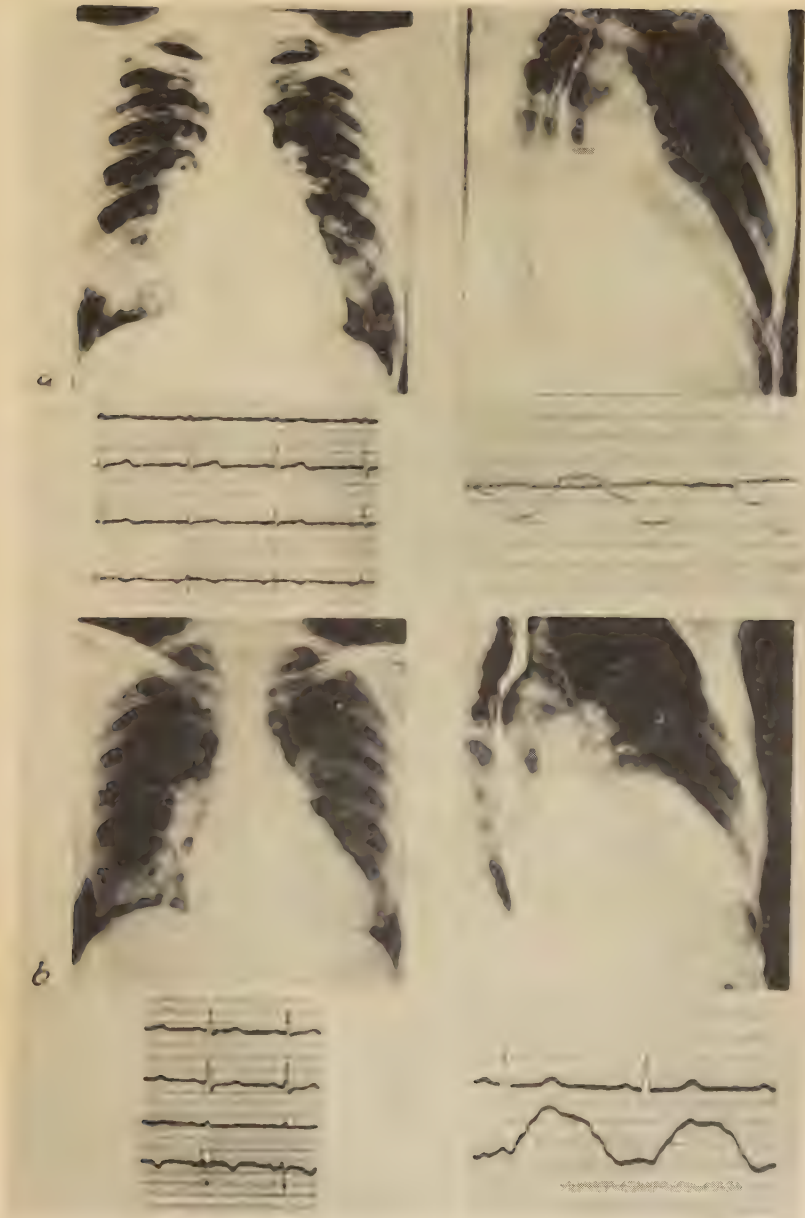


Abb. 8: Legende s.S.46.

Abb. 8: Die "charakteristischen" Veränderungen im Röntgenbild, Elektrokardiogramm und Elektrokymogramm bei 2 Kranken mit einem Mitralfehler.

a) 38-jährige Patientin mit einer reinen Mitralstenose.

b) 45-jährige Patientin mit überwiegender Insuffizienz der Mitralklappe.

Einzelheiten s. Text S. 21 - 22.

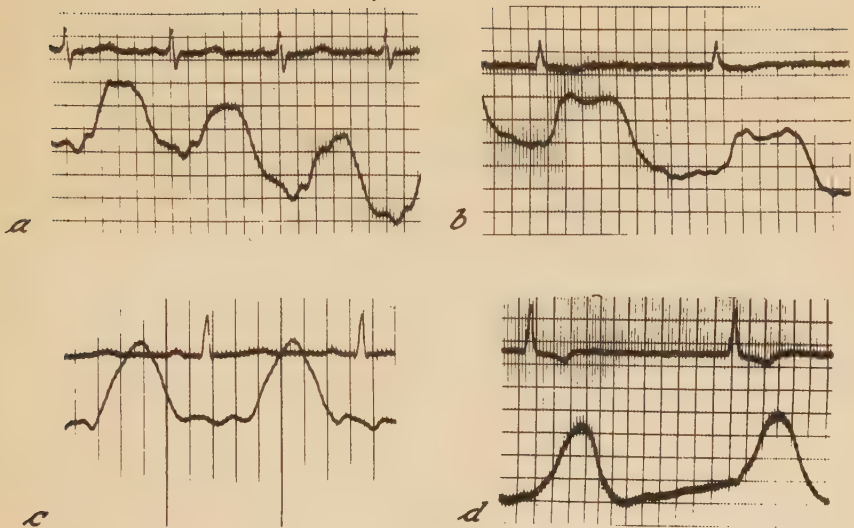


Abb. 9: Systolische Plateaukurve und Kegelform der Vorhofkurve beim Herzgesunden und Kranken mit einem Mitralfehler.

- a) Systolische Plateaukurve des Herzgesunden.
 - b) Systolische Plateaukurve des Kranken mit überwiegender Insuffizienz der Mitralklappe.
 - c) Kegelform der Vorhofkurve des Herzgesunden.
 - d) Kegelform der Vorhofkurve des Kranken mit überwiegender Insuffizienz der Mitralklappe.
- Einzelheiten s. Text S. 25 - 27.

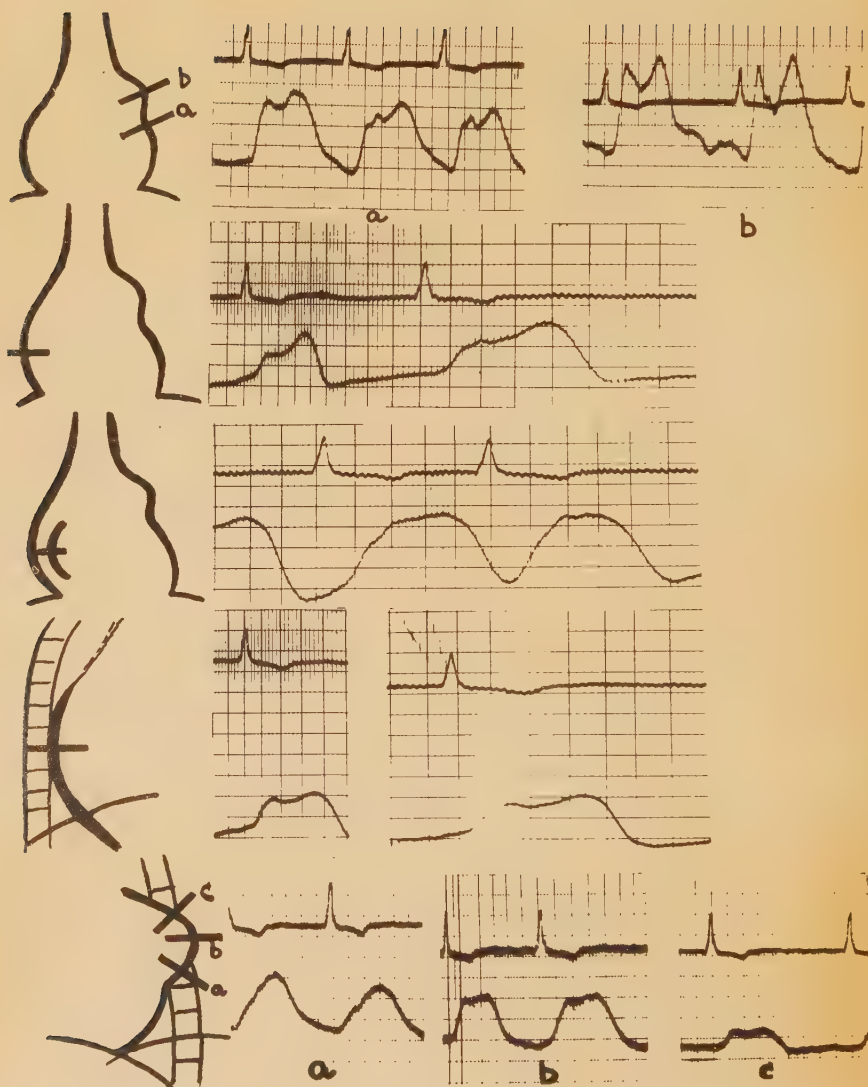


Abb. 10: Legende s.S.49.

Abb. 10: Wechselnde Formenbilder im Vorhof-Eky ein und derselben Kranken mit vorwiegender Insuffizienz der Mitralklappe. Abgriffe in verschiedenen Durchleuchtungspositionen.

Es besteht ein Vorhofflimmern.

Beachte in Reihe 3 Lage des Plateaus während einer kurzen Diastole (linke Bildseite) und während einer längerdauernden Diastole (rechte Bildseite).

Beachte ferner: Übergang von systolischer Kegelform zu systolischem Plateau (Abb. a und b der Reihe 5).

Einzelheiten s. Text S. 27 - 28.

Diagnose	Zahl der Fälle	K u r v e n t y p Zahl der Fälle		
		Diastolisches Plateau 1	Systolisches Plateau 1	Kegelform 1
Reine Stenose	4	4	-	2
Überwiegende Stenose	8	3	5	4
Überwiegende Insuffizienz	11	-	11	7
Summe:	23	7	16	13

Tabelle I: Formen des Elektrokymogramms vom linken Vorhof bei 23 Kranken mit Mitralfehlern.

1: Hier ist lediglich vermerkt worden, wie häufig ein bestimmter Kurventyp beobachtet wurde. Nicht vermerkt ist, in welcher Durchleuchtungsposition der Kurventyp angetroffen wurde.

L e b e n s l a u f .

Am 3. Mai 1913 wurde ich als Sohn des Oberstleutnant Eduard Tummeley und seiner Ehefrau Marie, geb. Althaus in Straßburg/Els. geboren. Nach vierjähriger Volksschulzeit besuchte ich die Gymnasien in Anklam und Züllichau. 1935 bestand ich in Züllichau die Abiturienten-Prüfung. Im Winter 1935 begann ich das Medizinstudium an der Universität Greifswald, das in der Folgezeit durch Ableistung von Arbeitsdienst und Wehrdienst längere Zeit unterbrochen wurde. Im Sommerhalbjahr 1942 konnte ich als Angehöriger der Wehrmacht das Studium an der Universität in Köln fortführen. Im November 1944 wurde ich zur Studentenkompagnie nach Erlangen versetzt. Nach Beendigung des letzten klinischen Semesters legte ich im April 1945 an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen mein Staatsexamen ab. Kurz darauf geriet ich in Gefangenschaft und wurde ein halbes Jahr lang als Stationsarzt in einem hiesigen Reservelazarett auf einer chirurgischen Abteilung eingesetzt. Nach vierteljähriger Pflichtassistentenzeit an der Universitäts-Kinderklinik in Erlangen, war ich ab Januar 1948 für 18 Monate in der hiesigen Nervenklinik tätig. Seit Juli 1949 bin ich Assistent der Medizinischen Poliklinik in Erlangen.

